

9

メディアとしての香り

—香りパルスによる新たな香り演出—

坂内祐一 (キャノン(株)) 岡田謙一 (慶應義塾大学)

■ 香り演出と嗅覚ディスプレイ

● 香りの演出と問題点

ヒトが香りを感じることでできる有香物質は、分子量が400以下の有機化合物であり、約40万種類存在すると言われている。気相の有香物質が鼻腔にある嗅細胞の受容体で捉えられ、電気信号に変換されて脳に伝えられ、香りを感じられる。香りをメディアとして扱い、映像の再生に合わせて香りを提示することで、臨場感を高め内容理解に大きな効果が期待されるが、映像と香りが一致していなければ違和感が生じ、映像の内容に集中できないなどの悪印象を与える場合がある¹⁾。香り演出の最も基本的な項目は香りの種類の選択であるが、動的に変化する映像に合わせた香りのズームングや遠近感のある複数の香りの同時提示など、よりダイナミックな演出ができればメディアとして表現の自由度が大きく広がる。

このような香り演出にあたって最も大きな問題は、一度空気中に放出された香りは制御不可能ということである。映画館で映像に合わせて観客席に香りを放出する試みは過去から行われているが、広い観客席の空間全体を香りで満たす方法では、映像との厳密な同期が難しい、香りが残るので複数の香りを切り替えて提示することが難しいなどさまざまな制限がある。

● 嗅覚ディスプレイ

従来の嗅覚ディスプレイは、タンクに入っている香料に空気を吹き付けて揮発させ、香料が混合された空気流を電磁開閉弁によりオンオフするフロー制御により実現されていた。筆者らは、広い空間を香りで満たすのではなく、ごく微量の香料を吐出することで単一ユーザに香りを感じさせることを目的に、インクジェット方式の嗅覚ディスプレイを開発した。インクジェット方式はプリンタに用いられており、高速で正確な濃度制御が可能である。電磁開閉弁を用いて濃度制御を行う小型嗅覚ディスプレイも開発されているが²⁾、濃度の定常性や再現性においてインクジェット方式が優れている。図-1写真はインクジェット方式嗅覚ディスプレイによる実験の様

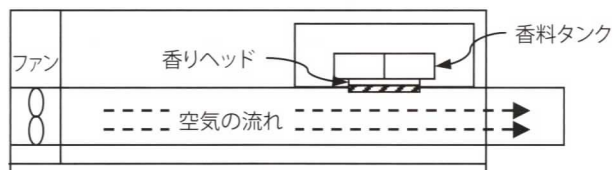
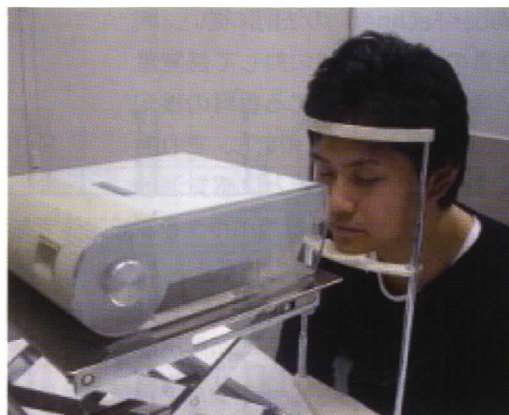


図-1 インクジェット方式嗅覚ディスプレイ

子であり、下図は装置の側面図である。香料タンクに蓄えられた香料が香りヘッドから微小な液滴として連続して吐出され、吐出後気化した香料がファンによって作り出される空気の流れに乗ってユーザの鼻に届く。タンク／ヘッドは12個搭載されており、127(一部255)段階の濃度で12種類の香料の吐出をそれぞれ独立に100msec単位で制御できる。最小の吐出量は使用する香料により若干異なるが、実測で約600pl/100msecであり、5%の溶液での香料量は30plとなる。ファンの回転数を変えることで風速を調節することができ、風速1.8m/secで残り香がなく香りを感じられることが確かめられている³⁾。100msec単位の香りパルスに対する嗅覚特性を明らかにすることで、新たな香り提示方法の可能性を探ることができる。

■ 嗅覚特性

● 香りの濃度に対する嗅覚特性

ヒトの知覚を基にした香りの強弱を表す尺度として、

検知閾値，認知閾値，弁別閾値の3種類の値が用いられる。これらの値は通常モル濃度や重量パーセント濃度で表される。

- (a) 検知閾値：匂いを感知できる最小濃度
(何の匂いかは分からない)
- (b) 認知濃度：匂いの種類を認知できる最小濃度
- (c) 弁別閾値：匂いの強度について感覚的に区別することができる濃度

香りに対する知覚はウェーバー・フェヒナー (Weber-Fechner) の法則に従い、刺激の物理量の対数的増加に対して感覚量は線形に増加する。使用する香料の検知 (または認知) 閾値を実験で測定し、これを最小濃度として2の倍数ごとに感覚濃度レベルを設定する。たとえばレベル1を認知閾値である最小濃度、127段階中の20とすると、レベル2,3はそれぞれ40,80となる。この場合、127段階の濃度が射出可能な嗅覚ディスプレイでは、3段階の感覚濃度レベルが設定できる。ラベンダ、シナモンの2種類の香りについて、認知閾値の射出量 (それぞれ24/127, 19/127) をレベル1として、2種類の香りの感覚濃度レベルを1から3まで変化させ、一対比較法にて判定値を求めた結果、香りごとに設定された感覚濃度レベルは、異なる香り間でもほぼ同じであることが確認された⁴⁾。このようにして異なる香り間で感覚濃度を正規化することができる。

● 香りパルスに対する嗅覚の時間特性

嗅覚で最もよく知られている特性が順応である。順応は匂い刺激が持続的に与えられた時に嗅覚神経の活動が減少していく現象で、その時間特性は匂い物質や個人ごとの認知的要因により異なるが、原因となる匂い物質を取り除くと比較的短時間 (3～5分程度) で回復する。香りを連続的に与えるのではなく、パルス状に繰り返し与えることで順応の影響を軽減することができる。しかしながら、ヒトは呼吸の吸気中にしか香りを感じないため、香りパルスの提示タイミングが重要となる。健常者の安静時の呼吸周期は約5秒 (吸気：2秒，呼気：3秒) であり、実験によると吸気時間の前半3分の2ほどしか香りを感じることができないので、息を吸い始めてから約1.3秒の間に香りパルスが鼻に届かなければならない。

次に問題になるのは、この呼吸サイクル中で複数の香りを感じることができるかという点である。すなわち香りパルスの射出間隔が短いと、2つの香りが混じって感じられてしまう恐れがある。筆者らは、異なる2つのパルス刺激を分離して感じる時間軸上の閾値が存在すると考え、これを「嗅覚の分離2点閾値」と定義

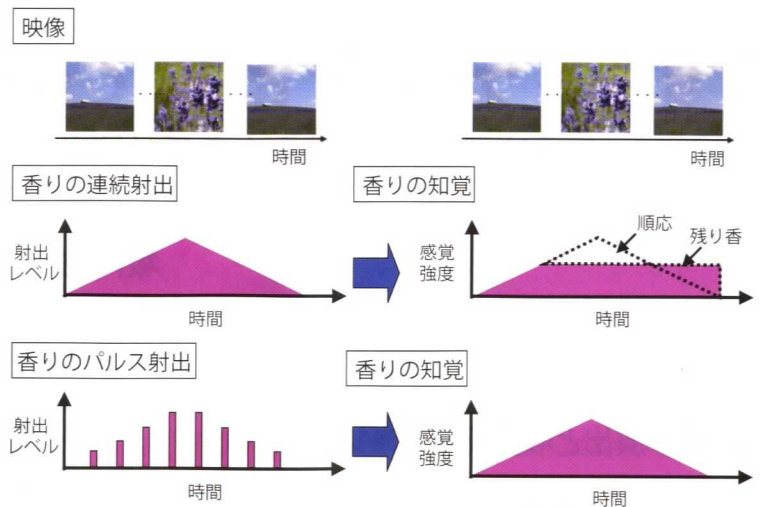


図-2 映像に同期した香りのズームイン・アウト

し、実験によりその値を求めた³⁾。触覚では、皮膚上の2点の刺激を2点として感じることでできる最小の距離を2点閾値 (または2点分別閾) と呼び、触覚の空間分解能を示しているのに対して、嗅覚の分離2点閾値は時間分解能を表している。

異なる種類の香りの分離2点閾値には、分離検知閾値 (2種類の香りを感知できる最小の時間間隔) と分離認知閾値 (2種類の香りを特定できる最小の時間間隔) がある。分離検知閾値より短い間隔で2つの香りパルスが提示されると香りが混じり1種類の香りとして認識され、分離認知閾値より短いと2種類の香りが提示されたことは分かっていても、それらを特定することはできない。

天然香料のレモン、ラベンダ、ペパーミントの5%溶液を用いて、吸気の開始と同時に最初の香りパルスを、次にさまざまな間隔で最初と異なる香りのパルスを射出して、被験者から香りパルスの射出回数と種類の解答を得る実験を行った。3種類の香りから2種類の順列である6通りの組合せすべてについて得られた被験者24名の平均値は、分離検知閾値0.75秒、分離認知閾値0.98秒であった。統計処理の結果、これらの値は香りの種類には影響されないが、個人差が大きいことが分かった。この実験結果より、1吸気中での2つの香りパルス提示で、2つの異なる香りが認識できることが示された。

■ 香りの演出

● 香りのズームイン・ズームアウト

映像の演出効果として、カメラのズーム機能を利用して対象となる物体を中心としたズームングがよく用いられる。このとき、香りをどのように提示すればよいだろうか？

もし図-2 上段のような映像のズームングに合わせて、

同図中段左に示すような香りの連続射出を行うと、嗅覚の順応と残り香の影響で中段右のような感じ方になってしまう。そこで図-2下段に示すように、香りのパルス提示により香りが近づいたり遠ざかったりするような感覚を生じさせることができるかを実験により確認する。ラベンダとレモンそれぞれについて、感覚濃度レベル1,2,3の香りをランダムな順序で被験者20名に提示し、ラベンダとレモンの遠景と近景の画像とを対応付けてもらった⁴⁾。

その結果、被験者全員が射出レベル1では遠景の画像を、レベル3では近景の画像を選択した。レベル2については被験者の回答にバラツキが見られた。これにより4倍の濃度差で遠近が感じられることが分かったので、このレベル差の射出の組合せで香りのズームイン効果が得られるかを調べた。6呼吸間の吸気ごとに1つの香りパルスを射出させ、ズームインの場合レベル1から3へ、ズームアウトの場合はレベル3から1へ香りパルスの濃度を変えていく際に、なるべく滑らかに濃度変化が感じられるように、6パルスの中にレベル2の香りパルスを挿入する。このパルスの回数をパラメータとして0回から2回まで変化させた3パターンずつ(図-3のI-1~I-3, O-1~O-3)について、被験者の主観評価を行った。被験者22名のうち約9割が、香りによらずレベル2の射出が2回挿入されたときに、「香りがだんだん近づく」(I-3)、「香りがだんだん遠ざかる」(O-3)と感じられた。「遠い」と「近い」の中間的な役割を果たすレベル2の射出を間に挟むことで、滑らかに変化する香りの遠近感を演出することが分かった。

●遠近感の異なる2つの香りの同時提示

映像中のシーンには、香りを有する物体が複数同時に登場することが多い。たとえば「森の中でりんごを食べている」というシーンを想定した場合、森とりんごという2つの物体が同時に存在することを嗅覚に示すだけでなく、一歩進んで森の香りを背景として手元のりんごの香りが強く感じられるような、香りの空間的な遠近関係の演出は可能であろうか？

レベル1,2,3の3通りの射出において、1吸気中に異なるレベルの2パルスを組み合わせるパターンは、図-4に示すように6通りとなる。このパターンそれぞれに対して香料の組合せ6通り、全部で36通りについて、被験者22名により遠近関係を判定する実験を行っ

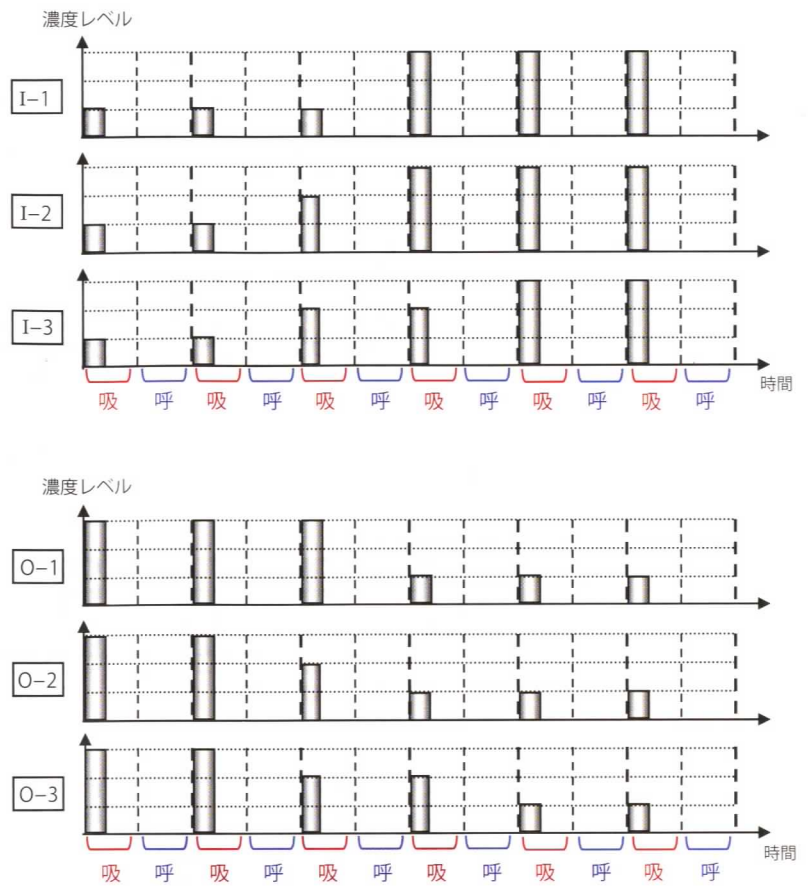


図-3 香りパルスによるズームイン・アウト

た⁵⁾。香りの遠近の度合いをスコア化し統計解析した結果、2つの香りをレベル差2以上、つまり物理強度を4倍差で提示した場合に、香りの遠近関係を感じることができた。香料による差は見られなかった。また、先に高い濃度を出すと後の低い濃度の香りが認知されにくくなる傾向があった。これは先行の強い刺激により後の香りが感じにくくなる順応が起こっているものと推測される。以上より、1呼吸内において遠方にある香りをレベル1で射出してから手前にある香りをレベル3で射出したとき(図-4(C))が、最も自然に遠近関係が感じられることが明らかになった。

次に1呼吸ではなく連続した呼吸間で、2種類の香り射出に対する嗅覚特性を評価した。図-5に示すように、6呼吸間でサイクルごとに同じパターンを繰り返すケースと(2つの香りの射出回数比が1:1)、遠方にある香りの射出を2呼吸ごとに間引くケース(比が1:2)を比較した結果、後者(図-5下段)のほうが、遠近関係をよりはっきり感じられるという結果が得られた。

■今後の動向

百ミリ秒オーダーの香りパルスの提示に対する嗅覚の時間特性と、この嗅覚特性に基づいた香りの演出方法の例

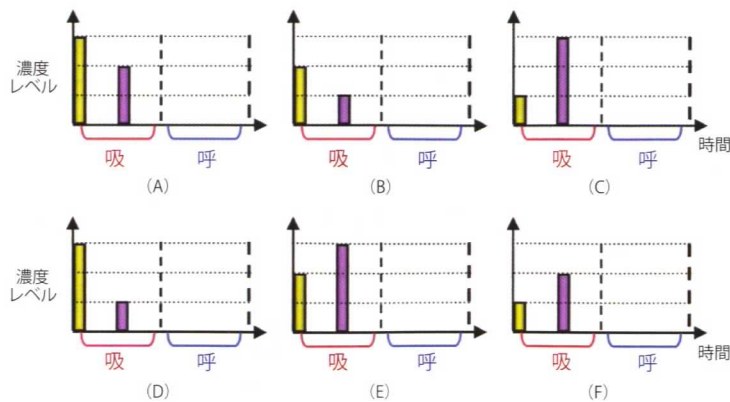


図-4 1呼吸中での2つの香りパルス提示方法

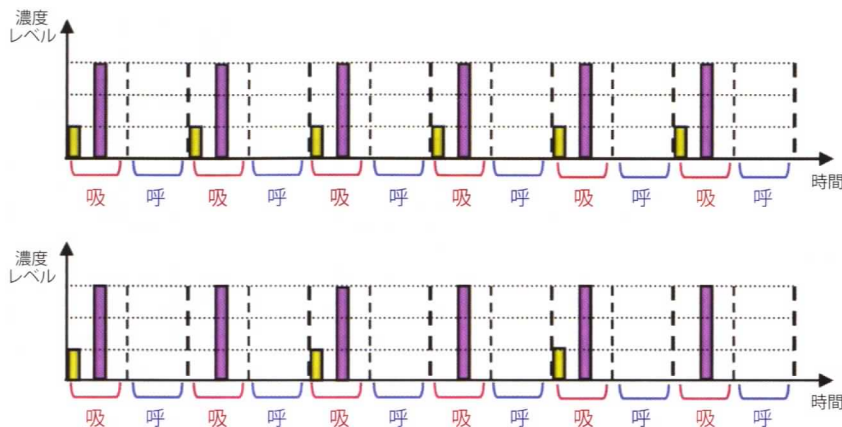


図-5 連続呼吸中での2つの香りパルス提示方法

を述べた。今後、香りを用いたアプリケーション普及の鍵となるのがハード面では嗅覚ディスプレイ、ソフト面では香りの情報表現と考えられる。前者については、店舗や劇場など空間を香りで満たす必要がある用途を除くと、1人のユーザを対象にできるだけ少量の香りを鼻元で提示する、小型のウェアラブルタイプの嗅覚ディスプレイが有望だろう。日進月歩の技術を考えて、このハードウェアは近い将来に実現されると思われるが、香りの情報表現を定めることはかなり困難である。本稿では触れなかったが、香りには画像のRGBに対応するような基本臭が見つかっておらず、すべての香りを一意に表現する方法が存在しない。香りをメディアとしてオープンなシステムで扱うためには、この課題を避けては通れない。

謝辞 本研究は総務省戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE) ICT イノベーション創出型研究開発費によって実施された。

参考文献

1) 伴野 明, 山本茂明, 宇都宮緑, 伊計大介, 柳田康幸, 保坂憲一: 匂い付き映像メディアが内容理解に及ぼす効果, ヒューマンインタフェ

ースシンポジウム 2004, pp.249-25 (2004).
 2) 大田黒滋樹, 木下雅史, 中本高道, 長濱雅彦, 石田多朗, 大西景太: インタラクティブ嗅覚ディスプレイと香る料理体験コンテンツへの応用, 電気学会ケミカルセンサ研究会資料, Vol.CHS-06, NO.19-31, pp.63-68 (2006).
 3) 門脇亜美, 佐藤淳太, 大津香織, 坂内祐一, 岡田謙一: 一呼吸内での香り切り替えにおける嗅覚の時間応答, におい・かおり環境学会誌, Vol.40, No.1, pp.455-460 (2009).
 4) 大津香織, 佐藤淳太, 坂内祐一, 岡田謙一: 動的な遠近演出を可能とする香り提示手法, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.4, pp.1435-1443 (2009).
 5) 野口大介, 大津香織, 坂内祐一, 岡田謙一: 前後関係の演出を可能にする香りの提示手法, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2009)シンポジウム, pp.416-423 (2009).
 (平成 21 年 10 月 30 日受付)

坂内祐一 (正会員)

bannai@sigstr.org

1980年早大理工修士了, 2007年慶大理工博士了。VR, MR, ヒューマンインタラクション, 五感情報処理などの研究に従事。現在, キヤノン(株)技術フロンティア研究センター主幹研究員, 日本VR学会香りと生体情報研究委員会委員長, 博士(工学)。

岡田謙一 (正会員)

okada@ics.keio.ac.jp

慶應義塾大学理工学部情報工学科教授, 工学博士, 専門はCSCW, グループウェア, ヒューマンコンピュータインタラクション。本学会誌編集主査, 論文誌編集主査, GW研究会主査などを歴任。現在, 情報処理学会IE領域委員長, 日本VR学会理事, 本会フェロー。